

CƠ HỌC ỨNG DỤNG (applied mechanics)

Cơ học là ngành nghiên cứu về các vật thể chịu tác động của lực. Cơ học ứng dụng là việc áp dụng các lý thuyết của cơ học đến các trường hợp kỹ thuật thực tế. Dưới đây là một vài nhánh lớn trong cơ học ứng dụng.

Cơ học vật liệu

Các mô hình vật liệu phi tuyến cổ điển mô tả sự biến dạng đàn hồi-dẻo của vật rắn hay sự rã ở nhiệt độ cao. Cơ học phá hủy là một chủ đề có tầm quan trọng trung tâm trong việc mô tả hành xử của vật liệu. Nó bao gồm việc xác định các giá trị ngưỡng của các tham số nứt mà giá trị dưới ngưỡng thì các vết nứt sẽ không phát triển, các nghiên cứu về sự phát triển của vết nứt cả trong các chất rắn giòn và các chất rắn dẻo hoặc trong chất rắn nơi mà các dạng hư hỏng khác nhau phát triển và tương tác với một vết nứt vĩ mô. Các quan tâm gần đây về quy mô chiều dài ngày càng nhỏ đã mở ra nghiên cứu về cơ học nano và động lực học phân tử, nơi mà các nghiên cứu kết nối với vật lý của vật liệu.

Cơ học tính toán

Các vấn đề trong cơ học liên tục thường liên quan đến lời giải của các hệ phương trình đạo hàm riêng phi tuyến, chỉ có thể thực hiện bằng máy tính. Xấp xỉ sai hữu hạn có thể được sử dụng, nhưng cơ học vật rắn, trong các công thức biến phân dẫn đến các xấp xỉ phần tử hữu hạn thường thấy là hiệu quả nhất.

Động lực học

Lĩnh vực nghiên cứu quan trọng này có nguồn gốc từ lý thuyết dao động, được sử dụng để tránh sự phá hủy cộng hưởng trong kết cấu. Nghiên cứu hiện tại liên quan đến động lực học hệ nhiều vật và phương tiện, ứng xử hỗn loạn của hệ động lực, động lực và kiểm soát các cấu trúc morphing, và dao động gây ra bởi ma sát. Cũng có những mối quan hệ với Cơ điện tử như việc sử dụng các bộ giảm chấn chủ động hoặc bán chủ động để kiểm soát sự bất ổn định trong động lực học roto. Các phương pháp của động lực học chất điểm được phát triển để thể hiện một số hiệu ứng nhất định trong các hệ động lực. Động lực học cũng bao gồm truyền sóng, đóng một vai trò quan trọng trong một số ứng dụng, như chấn động trong phương tiện va chạm, sự phát triển của vết nứt động lực, hoặc sự truyền đứt gãy trong các trận động đất.

Mất ổn định kết cấu

Khu vực này đã bắt đầu với các phân tích của Euler về sự mất ổn định của cột. Các hiểu biết đã được cải thiện rất nhiều vào giữa thế kỷ XX bằng sự phát triển của các phương pháp tiệm cận cho ứng xử sau phân nhánh và các phương pháp kết hợp để đánh giá sự nhạy cảm đối với độ không hoàn hảo.

Cơ sinh học

Việc sử dụng cơ học để hiểu các hệ thống sinh học là một lĩnh vực nghiên cứu có sự phát triển nhanh chóng. Trong cơ học vật rắn một lĩnh vực là cơ học xương. Đối với vật liệu sinh học mềm, các mô hình cấu trúc được áp dụng liên quan chặt chẽ đến các mô hình được phát triển cho các vật liệu mềm khác như cao su, polyme hoặc keo. Điều này cho phép nghiên cứu số của căn bệnh như phình động mạch chủ, nơi mà sự phình động mạch cục bộ có thể đe dọa đến mạng sống, hoặc các tế bào hồng cầu trong bệnh sốt rét, mà ở đó cơ học của biến dạng tế bào là trung tâm. Ngoài ra, các tính chất cơ học của các tế bào thu hút nhiều sự quan tâm. Ở đây các mạng lưới liên kết chéo của actin protein là những khối quan trọng cho bộ khung tế bào. Ứng xử một phần nào đó có liên quan đến polyme, và một số nhà nghiên cứu xây dựng mô hình này một cách liên tục có thể được xử lý bằng các phương pháp cơ học. Đối với lĩnh vực này còn có những phát triển mới trong các hệ thống vận chuyển thuốc.

Chế tạo

Các phân tích sự hình thành kim loại đã được phát triển mạnh mẽ trong vài thập kỷ qua từ việc sử dụng các phương pháp kinh điển đơn giản, gần đúng, các phương pháp rỗng-dẻo đến việc sử dụng các công cụ tính toán hiện đại trong cơ học vật rắn. Đặc trưng trong các ứng dụng này, như cuộn, cán, cắt kim loại là các biến dạng rất lớn phát triển cần được tính đến trong các công thức cơ học được sử dụng cho các lời giải số. Cũng có những trường hợp mà kích thước của mẫu vật được hình thành là quá nhỏ đến mức các hiệu ứng kích thước phải được tính trong các mô hình cấu trúc. Chế tạo additive, còn được biết đến là in 3D, là một quá trình mới cung cấp các khả năng hấp dẫn trong việc tạo ra hình dạng mạng với dạng hình học rất phức tạp. Nhiều nghiên cứu tập trung vào sự hiểu biết tốt hơn các tính chất vật liệu đã thu được trong quá trình kiểu này, cũng như ảnh hưởng quan trọng

của các ứng suất dư không thể tránh khỏi.

Thiết kế tối ưu

Tối ưu hóa các thuộc tính là một mục tiêu quan trọng cho tất cả các cấu trúc kỹ thuật. Điều này có thể hàm ý trọng lượng tối thiểu cho một chức năng nhất định, cường độ tối đa cho một lượng vật liệu nhất định, hoặc sự tập trung ứng suất tối thiểu để tránh sự mỏi. Phần lớn các nghiên cứu hiện tại tập trung vào việc tối ưu hóa tô pô sử dụng lý thuyết đồng nhất hóa cùng với các thuật toán tối ưu để tìm ra các cấu hình tối ưu với một vài hạn chế ban đầu. Những phương pháp này cũng được sử dụng để tối ưu hóa cơ cấu mềm, hệ thống vi điện tử (MEMS), và các vật liệu có tính chất cực trị.

Dòng chảy nhiều pha

Chủ đề này bao gồm các bong bóng (của khí trong chất lỏng), giọt (chất lỏng trong khí), dòng chất lỏng và / hoặc khí trong môi trường xốp, dòng khí và chất lỏng cùng với nhau trong đường ống, các hạt rắn hoặc lỏng nhỏ lơ lửng trong chất lỏng, dòng chảy môi trường hạt và cơ học của bọt. Dòng chảy và sự không ổn định của màng mỏng chất lỏng, như bên trong các đường ống (trong nhà máy hóa học hoặc trong phổi) hoặc giữa các con lăn trong sản xuất thép tấm, màng nhựa hoặc giấy, đã trở thành một chủ đề được nghiên cứu. Dòng môi trường hạt, trong đó lực tiếp xúc giữa các hạt ảnh hưởng nổi trội tới các lực động của chất lỏng, cũng đã trở thành một chủ đề sinh động được nghiên cứu.

Động lực học chất lỏng phi Newton

Trong động lực học chất lỏng cổ điển, chất lỏng nói chung là chất lỏng Newton, ten xơ ứng suất lệch tỷ lệ với ten xơ tốc độ biến dạng. Tuy nhiên, nhiều chất lỏng hiện nay không phải là chất lỏng Newton, trở nên chảy lỏng (shear-thinning), chảy đặc (shear-thickening) hoặc đàn nhớt. Mỗi quan tâm khoa học bao gồm: mối quan hệ cấu trúc ứng suất và tốc độ biến dạng là gì để thay thế quan hệ Newton và những hệ quả đối với các dạng dòng chảy và các lực tác động lên các ranh giới rắn?

Vi thủy động lực học

Có thể có ba hướng chính được quan tâm: sự cần thiết phải có sự hiểu biết vi mô về các dung dịch huyền phù keo cô đặc; nhiều thiết bị vi lưu (microfluidic) hiện đang được phát triển dưới tiêu đề một phần nào đó gây hiểu nhầm là 'công nghệ nano'; và mong muốn hiểu được sự vận động và

sự tương tác của các vi sinh vật bơi. Nghiên cứu các dòng chảy nội, trong các tế bào hoặc các bọt khí nhỏ, do các phân tử hoạt động hoặc do ứng suất bên ngoài, là một lĩnh vực nghiên cứu nhánh khác.

Động lực học chất lỏng sinh học

Chủ đề này có thể được chia thành các động lực học bên ngoài-sự tương tác giữa các sinh vật sống và môi trường chất lỏng của chúng- và động lực học chất lỏng bên trong, nội sinh. Trong thể loại trước đây có cả chuyển động của các vi sinh vật với số Reynolds thấp, chuyển động bơi của cá với số Reynolds cao, chuyển động bay của chim, dơi và côn trùng, biến dạng của cây do dòng chảy biên, v.v. Trong sinh lý bệnh học, sự quan tâm chủ yếu nằm ở sự tuần hoàn máu, luồng không khí trong phổi, và dòng chảy của "chất lỏng sinh học khác". Các chương trình tính toán và thí nghiệm lớn đã được phát triển để tính toán dòng chảy và ứng suất cắt ở vách trong các hình dạng 3D phức tạp của động mạch và đường thở, thu được bằng cách chụp ảnh các đối tượng riêng biệt, giúp chẩn đoán và điều trị và nhằm tối ưu hóa các thiết bị giả như van tim nhân tạo và stents.

Tương tác chất lỏng kết cấu (FSI)

Nghiên cứu dòng máu trong các mạch đàn hồi chỉ là một lĩnh vực, trong đó tương tác động lực giữa dòng chất lỏng và biến dạng rắn là quan trọng. Sinh học mang lại nhiều ví dụ về FSI trong đó các kết cấu là mềm. Các lĩnh vực truyền thống của kỹ thuật hàng không hoặc cơ khí tiếp tục mang lại một sự đa dạng phong phú các bài toán FSI với kết cấu cứng - ổn định kết cấu, flutter, khí động học - cần được giải quyết trong các ngành công nghiệp có liên quan.

Động lực học chất lỏng địa chất và môi trường (GEFD)

Các thí nghiệm trong phòng thí nghiệm đối với các chất lỏng quay và phân tầng đã được thực hiện thành công và được hiểu về mặt lý thuyết. Bài toán mở rộng sự hiểu biết đó lên quy mô đất liền-đại dương và bầu khí quyển - hoặc lớn hơn gặp khó khăn trong việc thu được đủ dữ liệu quan sát. Một mối quan tâm lớn trong GEFD là quá trình khuấy và trộn, từ quan điểm kiểm soát ô nhiễm và quan điểm hiểu biết nguồn cung cấp chất dinh dưỡng cho sinh vật biển ở đại dương. Các vùng có nồng độ chất hòa tan và hạt tập trung cao bị trôi cùng dòng chảy biên, nhưng bị cắt bởi các gradient vận tốc, do đó, các gradient nồng độ cao phát triển theo chiều ngang, cho

phép trộn lẫn khuếch tán. Điều này, cùng với mong muốn hiểu biết về sự chảy rối, là một động lực đằng sau sự phát triển của động lực học xoáy và động lực học chất lỏng tôpô như là một lĩnh vực nhánh riêng biệt của cơ học chất lỏng.

Sự bất ổn định thủy động và sự chuyển tiếp sang rối

Mỗi chủ đề được đề cập ở trên dẫn tới các bài toán về ổn định, được xử lý bằng các phương pháp tuyến tính và phi tuyến yếu truyền thống cũng như mô phỏng số trực tiếp. Một sự phát triển liên quan đến sự chuyển tiếp sang rối trong các dòng chảy đơn hướng (hoặc gần như vậy) trong đường ống và các lớp biên. Nhờ các thí nghiệm chính xác đáng kể về dòng chảy trong ống, đã có một sự cộng sinh vô cùng hiệu quả giữa CFD và lý thuyết hệ động lực, trong đó lời giải lan truyền sóng chính xác của các phương trình Navier-Stokes được coi như các điểm cố định không ổn định trong không gian của tất cả các nghiệm, xung quanh đó mà quỹ đạo của nghiệm thực có thể hiểu được. Nghiên cứu về dòng rối chính nó tiếp tục là các nghiên cứu hiện tại trong Cơ học chất lỏng thu hút nhiều nhà nghiên cứu, nhưng ngay cả với máy tính hiện đại vẫn không thể mô phỏng dòng rối ở các số Reynolds có tầm quan trọng thực tiễn.

LÃ ĐỨC VIỆT